

平成24年(ワ)第394号, 平成25年(ワ)第63号

大飯原発3, 4号機運転差止請求事件

原告 松田正 外188名

被告 関西電力株式会社

準備書面 (5)

平成25年12月13日

福井地方裁判所民事第2部 御中

被告訴訟代理人 弁護士 小 原 正 敏



弁護士 田 中 宏



弁護士 西 出 智 幸



弁護士 原 井 大 介



弁護士 森 拓 也



弁護士 辰 田 淳



弁護士 今 城 智 徳



目 次

第1	ストレステストの概要	3
1	ストレステスト導入の経緯	3
2	ストレステストの概要	3
第2	大飯発電所4号機におけるストレステストの具体的評価内容	5
1	地震の評価	5
(1)	起因事象の選定	5
(2)	起因事象に対する収束シナリオとそれに必要な機器の確認	7
(3)	収束シナリオの耐震裕度評価とクリフエッジの特定	7
2	津波の評価	9
3	全交流電源喪失, 最終ヒートシンク喪失の評価	10
4	評価結果の整理	10

本書面は、甲 14 号証に関して説明するものである。甲 14 号証は、大飯発電所 4 号機に関する「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価」（以下、「ストレステスト」という）の結果について、被告が原子力安全・保安院に提出した報告書である。以下では、ストレステストが導入された経緯等について述べた上で、甲 14 号証における評価内容に関して、概略的な説明を行う¹。

第 1 ストレステストの概要

1 ストレステスト導入の経緯

ストレステストは、原子力安全委員会から経済産業大臣への要請を受けて、平成 23 年 7 月 11 日付の政府（枝野内閣官房長官，海江田経済産業大臣及び細野内閣府特命担当大臣の連名）文書「我が国原子力発電所の安全性の確認について（ストレステストを参考にした安全評価の導入等）」において導入が公表され²，同月 22 日付で原子力安全・保安院より各電気事業者等に対して実施の指示が出されたものである。

2 ストレステストの概要

ストレステストは、原子力発電所が地震や津波等に襲われた場合を考え、どの程度まで耐えられるか（どの程度までであれば、安全上重要な設備により燃

¹ 甲14号証の評価内容は、平成23年10月1日時点における大飯発電所4号機の施設の状態を前提としている。なお、大飯発電所3号機のストレステストも、同じく、平成23年10月1日時点の施設の状態を前提として評価している。

² ストレステストは、この政府文書によれば、稼働中の発電所は現行法令下で適法に運転が行われており、定期検査中の発電所についても現行法令に則り安全性の確認が行われていること及び緊急安全対策等の実施について原子力安全・保安院による確認がなされており、従来以上に慎重に安全性の確認が行われていることから、原子力発電所の安全性は確保されているものの、定期検査後の原子力発電所の再起動について国民・住民の方々に十分な理解が得られているとは言い難い状況にあるため、原子力発電所の更なる安全性の向上と、安全性についての国民・住民の方々の安心・信頼の確保を目的に実施されたものである。

料の重大な損傷の発生を回避できるか)を検討するものである。地震を例にとると、基準地震動 S_s (原子力発電所の耐震安全性を確認するために策定される地震動のことであり、安全上重要な設備は、この基準地震動 S_s に対する耐震安全性を備えることが要求される³⁾)の何倍の地震動を超えれば、安全上重要な設備が損傷(機能喪失)し、事態を収束させることが不可能となって、燃料の重大な損傷にまで至る可能性があるか、という値を算定することになる。そして、以下の各評価項目についてそのような評価を行うことで、対象となる原子力発電所の総合的な安全裕度の評価を実施しようとするものである。

具体的な評価項目は、地震(どの程度の地震動レベルまで燃料の重大な損傷が生じずに耐えられるか)、津波(どの程度の津波高さまで燃料の重大な損傷が生じずに耐えられるか)、全交流電源喪失⁴⁾(全交流電源喪失時に外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料の重大な損傷が生じずに耐えられるか)、最終ヒートシンク喪失(燃料から除熱するための海水を取水できない場合(最終ヒートシンク喪失)に外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料の重大な損傷が生じずに耐えられるか)等である。

なお、大飯発電所3号機及び4号機(以下、「本件発電所」という)のストレステストの評価結果については、平成24年2月13日に原子力安全・保安院が妥当性を確認するとともに(乙10、「関西電力(株)大飯発電所3号機及び4号機の安全性に関する総合的評価(一次評価)に関する審査書」)、同年3月23日には原子力安全委員会が原子力安全・保安院による審査内容を確認している(乙11、「関西電力株式会社大飯発電所3号機及び4号機の安全性に関する総合的評価(一次評価)に関する原子力安全・保安院による確認結果について」)。

³⁾ 実際には、安全上重要な設備の耐震性は基準地震動 S_s に対して余裕を有しており、その余裕の大きさ(耐震裕度)は個々の設備ごとに異なる。

⁴⁾ 原子力発電所における全交流電源喪失とは、発電機、外部電源(発電所外から供給される電源)及び非常用ディーゼル発電機からの電力供給が全て喪失した状態をいう。

第2 大飯発電所4号機におけるストレステストの具体的評価内容

以下では、大飯発電所4号機のストレステストの評価内容(甲14)について、主な評価項目ごとに概要を説明する。

1 地震の評価

地震の評価に係る評価手順は、概ね次のとおりである(甲14, 12~18頁)。

- ①地震による機器の損傷に起因して生じ、有効な収束手段がとられなければ燃料の重大な損傷に至る可能性のある事象(起因事象)を選定する。
- ②各起因事象に対して、燃料の重大な損傷に進展しないように収束させる手順(収束シナリオ)を確認し、その実現に必要な機器を整理する。
- ③収束シナリオの実現に必要な機器が、それぞれどの程度の地震動レベルまで正常に働くか(耐震裕度)を個々に評価し、それをもとに各起因事象に対する収束シナリオの耐震裕度(どの程度までの地震動であれば当該起因事象に対する収束が可能か)を確認する。そして、それらのうち最も耐震裕度が低いもの(クリフエッジ⁵)を特定する。

以下では、上記の評価手順に沿って、地震の評価について説明する。

(1) 起因事象の選定

まず、どの程度の地震動で発電所のどの機器が損傷するかを検討した上で、そのような地震による機器の損傷に起因して生じ、有効な収束手段がとられなければ燃料の重大な損傷に至る可能性のある事象(起因事象)を選定する。

甲14号証20頁の表5-(1)-1は、この検討結果を整理したものである。例えば、上から3段目の記載は、基準地震動S_s(700ガル)の1.75倍を超え

⁵ クリフエッジとは、プラントの状況が急変する地震、津波等のストレス(負荷)のレベルのことをいう。地震を例にとると、想定する地震動の大きさを徐々に上げていったときに、それを超えると、安全上重要な設備に損傷が生じるものがあり、その結果、燃料の重大な損傷に至る可能性が生じる地震動のレベルのことをいう。

る地震動で「原子炉補機冷却水ポンプ」という機器が損傷し、当該機器の損傷に起因して「補機冷却水⁶の喪失」という起因事象が生じることを示している。同表右端の「裕度（× S s）」列の数値は、あくまでもどの程度の地震動で起因事象が生じ得るかとの数値を記載したものであって、発生した起因事象に対する収束の可否に関する数値ではない。

すなわち、同表において、「主給水喪失」及び「外部電源⁷喪失」の2事象については、基準地震動 S s に対する裕度が「1.0 未満」と記載されているが、この数値は、これら起因事象に対する収束が不可能となって燃料の重大な損傷に至る可能性が生じるような地震動レベルを示したものではない。この「1.0 未満」との記載は、「基準地震動 S s 以上の地震動に襲われた場合には、主給水ポンプ、碍子⁸といった設備が必ず損傷し、その結果、これら2つの事象が必ず生じる」との前提をおいていること（同表の欄外の注記（「※」）はこの旨を記載している）を表す趣旨に過ぎない。

この点につき詳述すると、原子力発電所の各設備は、重要度に応じた耐震性を備えることとしているところ（乙 3, 11 頁参照）、本件発電所においても、安全上重要な設備（例えば、原子炉格納容器、原子炉容器、制御棒、蒸気発生器、1次冷却材管、1次冷却材ポンプ、非常用炉心冷却装置、非常用ディーゼル発電機⁹、海水ポンプ等）については、いずれも基準地震動 S s に対して耐震

⁶ 補機冷却水とは、余熱除去冷却器や格納容器スプレイ冷却器等の安全上重要な設備の機能を維持するために、これら設備を冷却するための水のことをいう。

⁷ 原子力発電所は、発電所外から受電できるように変圧器を通じて送電線につながっており、これにより発電所外から供給される電源のことを外部電源という。発電所内の機器に必要な電力は、発電所内の発電機が動いている場合には、発電機から供給されるが、発電機が停止している場合には、送電線（外部電源）から供給される。なお、発電機が停止し、かつ外部電源が喪失した際に発電所内の機器に電力を供給できるよう、発電所内に非常用ディーゼル発電機等が設けられている。

⁸ 碍子とは、電線とその支持物との間を絶縁するために用いる器具をいう。

⁹ 本件発電所において、非常用ディーゼル発電機は、発電所内の発電機が停止し、かつ外部電源が喪失した場合に、発電所の保安を確保し、原子炉を安全に停止するために必要な電力を供給し、さらに工学的安全施設作動のための電力も供給する。また、1台で必要な電力を供給できる容量を持つものを2台備えている（平成25年4月12日付被告準備書面（1）51頁）。なお、周波数60Hzの交流電源であり、使用燃料はA重油である。非常用ディーゼル発電機の継続運転時間は、当該発電機の燃料容量と、当該発電機からの給電を必要とする機器の負荷に応じた燃料消費量によるが、一定の条件の下で、約10

安全性を有することを確認している。そして、これら安全上重要な設備で原子炉を「止める」「冷やす」「閉じ込める」という機能（安全に収束させる機能）を十分に果たせるようになっている。一方、それ以外の設備（例えば、主給水ポンプ、タービン、発電機、碍子等、主に発電電のための設備）に関しては、安全上重要な設備ではないことから、基準地震動 S_s に対する耐震安全性の確認は必ずしも行われていない。そこで、これらについては、当該設備が実際に有している耐震性にかかわらず、ストレステスト上は、基準地震動 S_s 以上の地震動で必ず損傷するものとの前提を一律においているのである。

（２）起因事象に対する収束シナリオとそれに必要な機器の確認

起因事象が発生したからといって、必然的に燃料の重大な損傷に至るわけではない。例えば、仮に前述の「主給水喪失」「外部電源喪失」という起因事象が生じたとしても、（基準地震動 S_s に対して耐震安全性を有する）安全上重要な設備を用いて原子炉を「止める」「冷やす」「閉じ込める」ことができれば、起因事象が燃料の重大な損傷に進展しないように問題なく収束させることが可能なのである。

そこで、次に、各起因事象が仮に発生したとして、それが燃料の重大な損傷に進展しないように収束させる手順（収束シナリオ）を確認し、その収束シナリオを実現させるために必要となる機器を整理する。

（３）収束シナリオの耐震裕度評価とクリフエッジの特定

さらに、（２）で整理した、各起因事象に対して収束シナリオを実現させるために必要となる機器が、それぞれの程度の地震動レベルまで正常に働くか（耐震裕度）を個々に評価する。

その結果、収束シナリオの実現に必要な機器の中で最も耐震裕度の低

いものの値が、すなわち当該収束シナリオの耐震裕度ということになる。その耐震裕度の値（基準地震動 S_s の何倍という値）を超える地震動に襲われれば、当該機器が損傷する結果、当該収束シナリオが実現できなくなると評価されるからである¹⁰。

このようにして、各々の起因事象に対する収束シナリオの耐震裕度（どの程度までの地震動であれば当該起因事象に対する収束が可能か）を算出し、それらのうち最も耐震裕度が低いものを、クリフエッジとして特定することになる。

ここで、甲 14 号証 20 頁の表 5-(1)-1 の上から 3 段目までに記載されている、前述の 3 つの各起因事象（「主給水喪失」「外部電源喪失」「補機冷却水の喪失」）に関しては、上記のような評価を行った結果、いずれも基準地震動 S_s の 1.80 倍がその収束シナリオの耐震裕度（ここまでであれば収束が可能な地震動レベル）と評価された（甲 14, 20～23 頁）。

他方、同表に挙げられているその他（同表の 4 段目以降）の各起因事象は、それが発生する地震動レベル自体がいずれも基準地震動 S_s の 1.80 倍よりも大きい。その結果、上記の「基準地震動 S_s の 1.80 倍」が、すなわち、大飯発電所 4 号機の地震に係るクリフエッジと結論付けられることになる（甲 14, 23 頁）。

なお、被告は、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故を踏まえ、緊急安全対策等の安全確保対策を行っており（甲 14, 8～11 頁）、甲 14 号証の

¹⁰ 実際には、1 つの起因事象に対する収束シナリオの中には複数の道筋（成功パス）が存在することが少なくない（例えば、甲 14 の 21～22 頁で、「外部電源喪失」に対する収束シナリオには①～③の 3 つの道筋（成功パス）があることが記されている）。この場合、各々の道筋（成功パス）ごとに（関連する機器のうち最も耐震裕度が低いものを特定して）その耐震裕度を確認し、それらのうち最も大きい値を、当該起因事象に対する収束シナリオの耐震裕度と評価することになる。なぜなら、1 つでも道筋（成功パス）が成り立てば当該起因事象の収束が可能だからである。

報告においては、評価時点である平成 23 年 10 月 1 日までに整備した安全確保対策も考慮している。すなわち、上記の「基準地震動 S_s の 1.80 倍」との評価結果は、かかる安全確保対策も踏まえた上でのものである。一方、安全確保対策整備前の状態をもとに同様の評価を行ったところ、クリフエッジは「基準地震動 S_s の 1.75 倍」と特定された。したがって、安全確保対策の整備により、大飯発電所 4 号機の地震に係るクリフエッジは「基準地震動 S_s の 1.75 倍」から「1.80 倍」に向上したことになる（甲 14, 23～24 頁）。甲 14 号証 49 頁の図 5-(3)-3 の記載は、このように安全確保対策の整備によって地震に係るクリフエッジが「基準地震動 S_s の 1.75 倍」から「1.80 倍」に向上したことを示しているものである。

2 津波の評価

津波に関しても、基本的な評価手順は地震の場合と同様である。

まず、どの程度の津波高さでどのような起因事象（津波による機器の損傷に起因して生じ、有効な収束手段がとられなければ燃料の重大な損傷に至る可能性のある事象）が生じるかを検討した結果、4.65mを超える津波により「補機冷却水の喪失」という起因事象が発生すると特定した（甲 14, 35～36 頁）。

この「補機冷却水の喪失」という起因事象については、11.4mまでの津波であれば、収束のために必要な機器は損傷することがないので、燃料の重大な損傷に至ることなく、問題なく収束することができる（甲 14, 36～37 頁）。そして、次に大きな津波高さで発生する起因事象は「外部電源喪失」であり、これは 11.4mより大きな津波（13.5m）で発生するのであるから、結局、上記の 11.4mという津波高さが、大飯発電所 4 号機の津波に係るクリフエッジということになる（甲 14, 37 頁）。

3 全交流電源喪失、最終ヒートシンク喪失の評価

全交流電源喪失は、発電機、外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの電力供給が全て喪失した状態を想定するものである。また、最終ヒートシンク喪失は、海水ポンプ及び循環水ポンプの故障により海水による冷却系が機能喪失する（燃料から除熱するための海水を取水できなくなる）ことによって最終的な熱の逃し場（最終ヒートシンク）が喪失することを想定するものである。

これらの場合に、発電所外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料の冷却が継続できるかを評価するのがここでの目的である。そして、燃料の冷却のためには、必要な電源機能や給水機能（水源・給水手段）をどれだけ確保・維持できるかが重要となるところ、大飯発電所4号機では、緊急安全対策等の安全確保対策により増強した電源機能や給水機能により、外部からの支援がなくても、原子炉に約16日間給水を継続し、燃料を冷却できるとの結論に至っている（甲14、68頁、81頁）。すなわち、大飯発電所4号機の炉心の燃料に関する全交流電源喪失や最終ヒートシンク喪失に係るクリフエッジは、約16日ということになる¹¹。

4 評価結果の整理

以上の評価結果（大飯発電所4号機の炉心にある燃料に関する評価結果）を、緊急安全対策等の安全確保対策を整備する前のクリフエッジと対比して整理すると、図表1のとおりとなる。また、使用済燃料ピット（SF P）にある燃料に関する評価結果は図表2のとおりである。

なお、大飯発電所3号機のストレステストにおける各評価項目のクリフエッジも、大飯発電所4号機と同じである。

¹¹ 16日目以降は、水源補給用の消防ポンプを稼働させるためのガソリンが枯渇し、給水ができなくなると評価している。なお、実際には、消防ポンプ等に必要なガソリン等を外部から輸送する手段（ヘリコプターによる空輸等）も整備しており、これらの外部支援により、より長期間燃料の冷却を継続できる（甲14、68頁、81頁）。

	クリフエッジ 評価の指標	クリフエッジ	
		安全確保対策後 下段: 対象となる設備	安全確保対策前 下段: 対象となる設備
地震	基準地震動Ss (700ガル)との比較	1.80倍 高電圧用開閉装置	1.75倍 原子炉補機冷却水ポンプ*
津波	津波高さ	11.4m 補助給水ポンプ*	4.65m 海水ポンプ*
全交流電源喪失	外部からの 支援なしに 燃料の冷却を 継続できる時間	約16日 水源補給用消防ポンプガソリン	約5時間 蓄電池
最終ヒートシンク喪失		約16日 水源補給用消防ポンプガソリン	約6日 蒸気発生器給水用水源

【図表 1 大飯発電所 4 号機 ストレステスト評価結果概要（炉心燃料）】

	クリフエッジ 評価の指標	クリフエッジ	
		安全確保対策後 下段: 対象となる設備	安全確保対策前 下段: 対象となる設備
地震	基準地震動Ss (700ガル)との比較	2倍 使用済燃料ピット	1.75倍 原子炉補機冷却水ポンプ*
津波	津波高さ	14.4m 消防ポンプのガソリン保管位置	13.5m 外部電源
全交流電源喪失	外部からの 支援なしに 燃料の冷却を 継続できる時間	約10日(※) ピット水補給用消防ポンプガソリン	約12時間(※)
最終ヒートシンク喪失		約10日(※) ピット水補給用消防ポンプガソリン	約12時間(※)

(※) 原子炉が運転停止し、使用済燃料ピットが原子炉から取り出された使用済燃料で満たされている状態を前提とする

【図表 2 大飯発電所 4 号機 ストレステスト評価結果概要（SFP 燃料）】

以 上